

Sidus
Revista del Club de Astronomía

AÑO 2 — NÚMERO 4
ENERO 2013

Estrellas de Carbono

Orientación Astronómica en Topografía

Leyendo entre líneas

En busca de supernovas perdidas

IMAGEN: IRAS 23166+1655. Fuente: NASA/ESA HST

AÑO 2 — NÚMERO 4 ENERO 2013



RESPONSABLE: Dr. Gerardo Ramos Larios. EDITORES: Stephany Paulina Arellano, Alejandro Márquez Lugo, Edgar Santamaría, Katia A. Plaza. DISEÑO: Edgar Santamaría.



Orientación Astronómica EN TOPOGRAFÍA

EN TOPOGRAFÍA ES MUY IMPORTANTE TENER ORIENTADOS LOS TRABAJOS CUIDANDO EN TODO MOMENTO LA PRECISIÓN, EL ORDEN Y LA EXACTITUD.

RIGOBERTO A. MORENO

ARRIBA. Uno de los principales instrumentos creados por Tycho Brahe, era el gran cuadrante de acero denominado Quadrans Magnus Chalibeus en su libro Astronomiae Instauratae Mechanica.

Para realizar orientaciones topográficas se emplea la astronomía, la ciencia exacta para determinar el comportamiento cinemático de los cuerpos celestes. Al determinar la posición de un astro se determina a su vez el norte real del sitio y como la dirección norte va cambiando con el tiempo, los trabajos pueden ser utilizados en un futuro como fuente de información real y detallada del momento de su elaboración.

Para realizar la orientación de una estructura es necesario conocer la dirección norte que se define como el punto cardinal que indica sobre un meridiano la dirección al Polo Norte. En el hemisferio norte, se corresponde con el punto del horizonte cuya perpendicular pasa por la Estrella Polar. A la ubicación o a la dirección norte se le llama también septentrional o boreal.

La palabra norte llegó al español del francés nord que proviene del vocablo anglosajón north y éste a su vez deriva del protoindoeuropeo ner, que significa "izquierda", que hace referencia a que el norte está a la izquierda cuando se mira de frente al oriente.

Se conocen dos tipos de nortes los cuales son el norte astronómico o real y el norte magnético. El primero es el que se considera exacto y para su determinación se requieren observaciones astronómicas y cálculos matemáticos.

¿Cómo se puede conocer de una forma rápida el norte astronómico?

Existen varios métodos para obtener el norte astronómico de forma simple, uno de ellos es el método nocturno el cual consta de observar Polaris, la estrella polar (alfa de la constelación UMi Ursa Minor).

¿Como se puede encontrar la estrella polar?

Desde una latitud donde no sea observable dicha estrella el método es el siguiente. Se ubica la constelación de la osa mayor la cual tiene dos estrellas que se le conocen en topografía como estrellas apuntadoras sus nombres son DUBHE y MERAK las cuales prolongando una línea recta de una a otra se interceptará con la estrella polar, la otra forma es mediante la constelación de Casiopea, formando un ángulo entre CAPH, SHEDIR y CAS y prolongando una bisectriz del mismo que se intercepta con la estrella polar.

También es posible determinar el norte por la mañana ubicándose de frente al Sol y girando noventa grados a la izquierda y durante el resto del día mediante la línea perpendicular a la dirección que recorre el Sol.

Podemos definir a la topografía como:

- Técnica para describir y representar con detalle la superficie o el relieve de un terreno.
- Conjunto de características que presenta la superficie o el relieve de un terreno.
- Ciencia cuyo fin es la descripción y representación detallada de cualquier sector de la superficie terrestre, esquematizando en mapas el relieve y los demás caracteres naturales y artificiales.
- Conjunto de rasgos que presenta el relieve de un terreno.
- Del griego TOPOS, lugar y GRAFO, describir, se define como la ciencia que trata de los principios y métodos empleados para determinar las posiciones relativas de los puntos de la superficie terrestre por medio de medidas, usando los tres elementos del espacio que pueden ser: dos distancias y una elevación o una distancia una dirección y una elevación.



BRUJULA BRUNTON 5006LM



Estación total Robótica.

La topografía en general, es una aplicación de las matemáticas en sus diferentes ramas como por ejemplo la geometría, la trigonometría (tanto plana como esférica). Sin el dominio de la topografía, nos sería imposible conocer infinidad de datos que son de mucha utilidad en la vida diaria.

La topografía define la posición y formas circunstanciales del suelo, es decir, estudia todos los detalles de la superficie terrestre ya sean naturales o debidos a la mano del hombre y los procedimientos por los cuales se pueden representar y expresar.

El medio usual de expresión de la topografía es el dibujo el cual lo podemos representar, para su mayor apreciación y entendimiento, en dos o tres dimensiones.

El estudio de la Tierra misma como cuerpo en el espacio le corresponde a la astronomía, mientras que como globo terrestre, su configuración precisa y sus medidas le concierne a la geodesia.

Pero si se necesita estudiar más a detalle un territorio determinado, entra en acción la topografía, la cual se aplica en la agrimensura, los levantamientos y cálculos para la obtención de áreas y subdivisión de parcelas, así como en asuntos catastrales.

La topografía urbana se emplea en la realización del trazado de lotes, la construcción de calles, redes de agua potable, sistema de alcantarillado y el inventario de equipamiento y mobiliario urbano.

Por todo lo mencionado y algunas faltantes o aun no establecidas funciones, la ciencia exacta de topografía es elemental para determinar y conocer todo tipo de detalles de objetivos solicitados ya que van de la mano con la astronomía para la orientación exacta de todo tipo de trabajos.

La astronomía.

La astronomía tiene como definición que es la ciencia que se compone del estudio de los cuerpos celestes del Universo, incluidos los planetas y sus satélites, los cometas y meteoros, las estrellas y la materia interestelar, los sistemas de estrellas, gas y polvo llamados galaxias y los cúmulos de galaxias; por lo que estudia sus movimientos y los fenómenos ligados a ellos.

Para la orientación exacta de trabajos topográficos y para cualquier cosa que necesitemos saber su orientación es necesario conocer el norte ya que norte se define como: el punto cardinal que indica, sobre un meridiano, la dirección al Polo Norte. Es uno de los cuatro puntos cardinales, situado diametralmente opuesto al Polo Sur. En el hemisferio norte, se corresponde con el punto del horizonte cuya perpendicular pasa por la Estrella Polar. A la ubicación o a la dirección norte se les llama septentrional o boreal.

Norte proviene del vocablo norð, del inglés antiguo, y éste deriva del protoindoeuropeo ner, que significa "izquierda", puesto que el Norte está a la izquierda cuando uno enfrenta el sol por la mañana (orto heliaco).

Se conocen dos tipos de nortes los cuales son:

Uno Norte astronómico o real: es el que se considera exacto ya que para su obtención se necesita de observaciones astronómicas y de cálculos matemáticos los cuales nos llevan a conocer la orientación real de una línea que necesitemos, para iniciar nuestros trabajos. Existen varios métodos para conocer la orientación de una línea con el norte astronómico, para ello se utiliza el Angulo que se forma entre el norte y la línea orientada el cual se conoce como azimut astronómico que se define como: el Angulo horizontal entre el meridiano y la línea, se mide a partir del norte en el sentido del movimiento de las manecillas del reloj y su valor angular es de 0° a 360° (figura 2) donde se ilustra la línea que necesitamos orientar respecto al norte real.

Los métodos más comunes que se utilizan para determinar el azimut de una línea pueden ser apoyados por diferentes astros de acuerdo a la ubicación geográfica de la línea como pueden ser con la estrella polar o con nuestro astro rey, el sol.

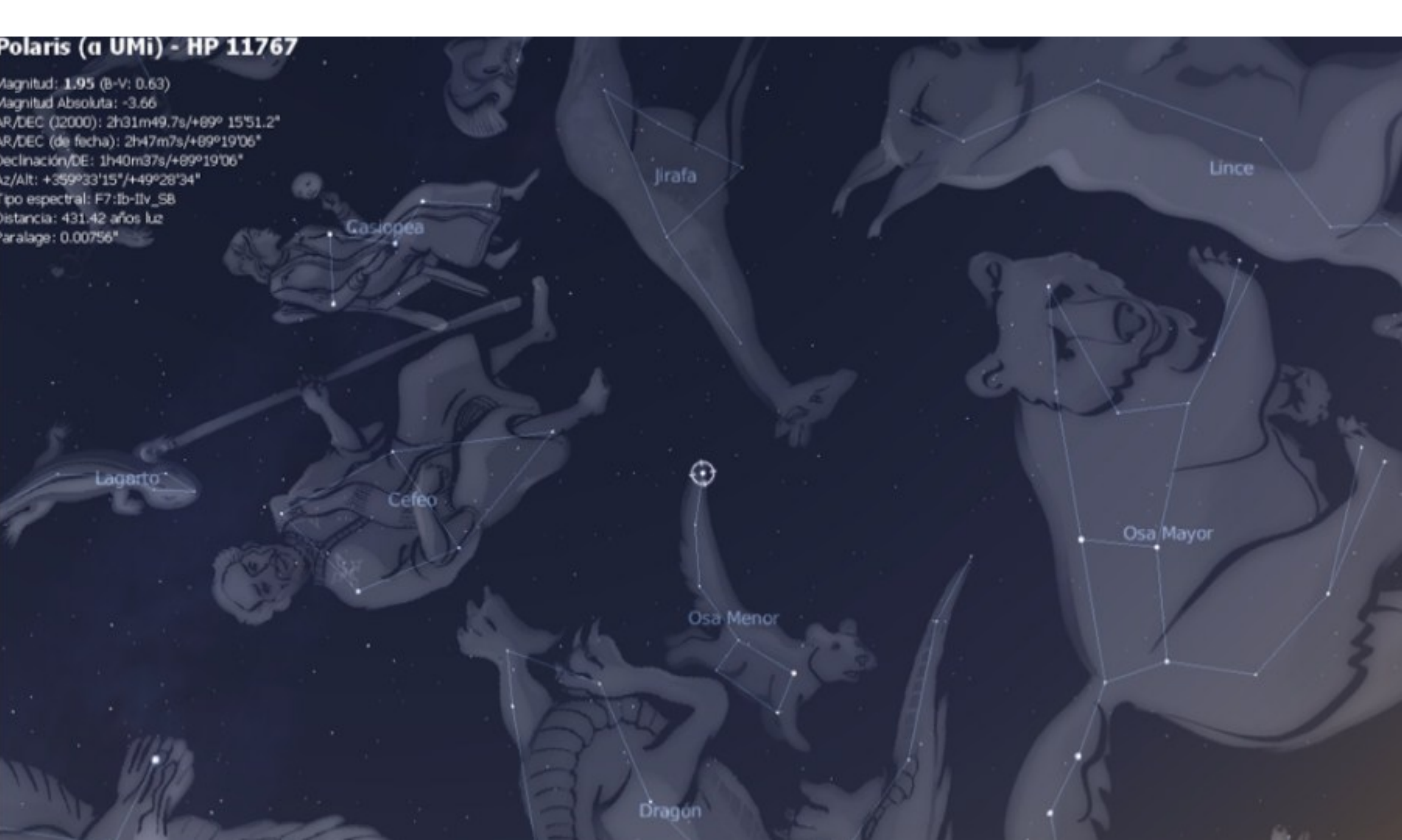
La topografía también es empleada para determinar la localización y trazado de vías de comunicación: carreteras, vías férreas, calles y avenidas, así como puertos y aeropuertos, líneas de transmisión de energía eléctrica, ubicación y explotación de yacimientos minerales y petroleros e incluso en asuntos militares como el lanzamiento de naves espaciales, estrategias de ataque, mapeo y localizaciones específicas.

Además se emplea en el diseño de estructuras, verticalidad de objetos, señalamiento del límite de altura de estructuras y líneas de transmisión eléctrica, señalamiento de curvas de nivel, delimitación de sitio, monitoreo de alturas referenciadas a los bancos de nivel, entre muchos otros.

Los levantamientos hidrográficos consisten en trabajos sobre ríos, presas, lagos y mares así como en cualquier cuerpo de agua para describir sus rasgos geográficos y poder cuantificar sus volúmenes, esta rema de la topografía también es conocida como batimetría.

Por todo lo mencionado la topografía es elemental para determinar y conocer todo tipo de detalles de objetivos solicitados ya que van de la mano con la astronomía para la orientación de todo tipo de estructuras.

La astronomía pues tiene una relación muy estrecha con la topografía, la orientación exacta de líneas de control, la determinación del norte real o la ubicación de posicionamiento global dentro de la esfera terrestre, son tareas que se realizan con la ayuda de la astronomía como aplicaciones dentro de la topografía.



PRIMERO DE DOS ARTÍCULOS SOBRE ESPECTROSCOPÍA: EN ESTE VEREMOS LAS NOCIONES BÁSICAS, Y EL SIGUIENTE MOSTRARÁ LAS APLICACIONES EN ASTRONOMÍA.

MONTSERRAT VILLAR (IAA-CSIC)



¿DE QUÉ ESTÁ HECHO EL SOL? ¿HAY AGUJEROS NEGROS EN EL CENTRO DE LAS GALAXIAS? ¿Se está expandiendo el Universo? ¿Existen planetas alrededor de otras estrellas?¿Qué moléculas existen en el espacio interestelar? Contestar a estas y muchas otras preguntas ha marcado hitos importantes en la historia de la ciencia. Y hemos hallado muchas de las respuestas gracias a la espectroscopía, una técnica que los científicos hemos utilizado en estudios astronómicos desde hace más de doscientos años.

La espectroscopía también ha empezado a ganar adeptos entre los astrónomos *amateur*: comprender la información cifrada en los espectros de los objetos astronómicos abre a los amantes del universo una infinidad de posibilidades para desarrollar estudios fascinantes y relativamente sencillos, que no pueden abordarse con la técnica de la imagen. Con la pareja de artículos dedicados a la espectroscopía en astronomía que se publicarán en números consecutivos de la revista , buscamos aportar las nociones básicas necesarias para que los lectores sean capaces de:

1) Identificar la naturaleza de los objetos astronómicos a partir de sus espectros y comprender el origen de las diferencias.

2) Entender cómo se utilizan los espectros para investigar las propiedades físicas (temperatura, densidad) y cinemáticas (cómo se mueven), así como la composición química de los objetos astronómicos.

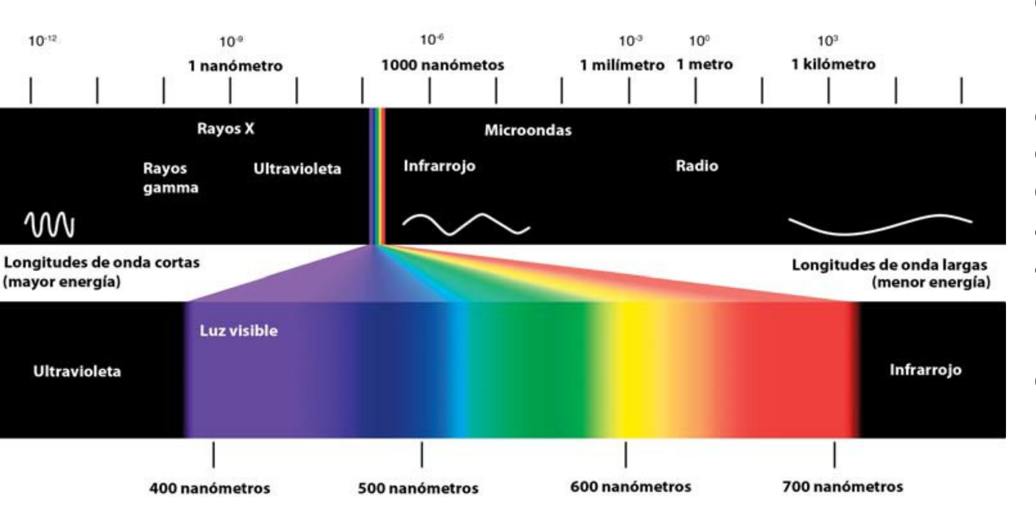
3) Entender cómo se ha utilizado la técnica de la espectroscopía para dar respuesta a algunas preguntas de gran relevancia, como las mencionadas al principio de este artículo.

Pretendemos además mostrar cómo los experimentos de laboratorio y las leyes físicas que los explican permiten asimismo explicar las características básicas de los espectros de objetos astronómicos.

Para ello, antes de centrarnos en la aplicación de la espectroscopía en la astronomía, es necesario comprender una serie de conceptos sobre la naturaleza y comportamiento de la luz y de la materia, que abordamos en este primer artículo.

¿QUÉ ES UN ESPECTRO?

Cuando la luz atraviesa un prisma se dispersa en radiación de diferentes colores: esto es un espectro. El arco iris es un ejemplo que todos hemos visto alguna vez, en este caso la atmósfera de la Tierra hace el papel del prisma que dispersa la luz solar. El espectro de la luz, o espectro electromagnético, se extiende desde las longitudes de ondas mas cortas (rayos gamma) a las mas largas (radio).



El espectro de la luz se extiende desde las longitudes de onda más cortas (rayos gamma) a las más largas (radio). Nuestros ojos son sólo sensibles a la luz visible, desde el violeta al rojo.

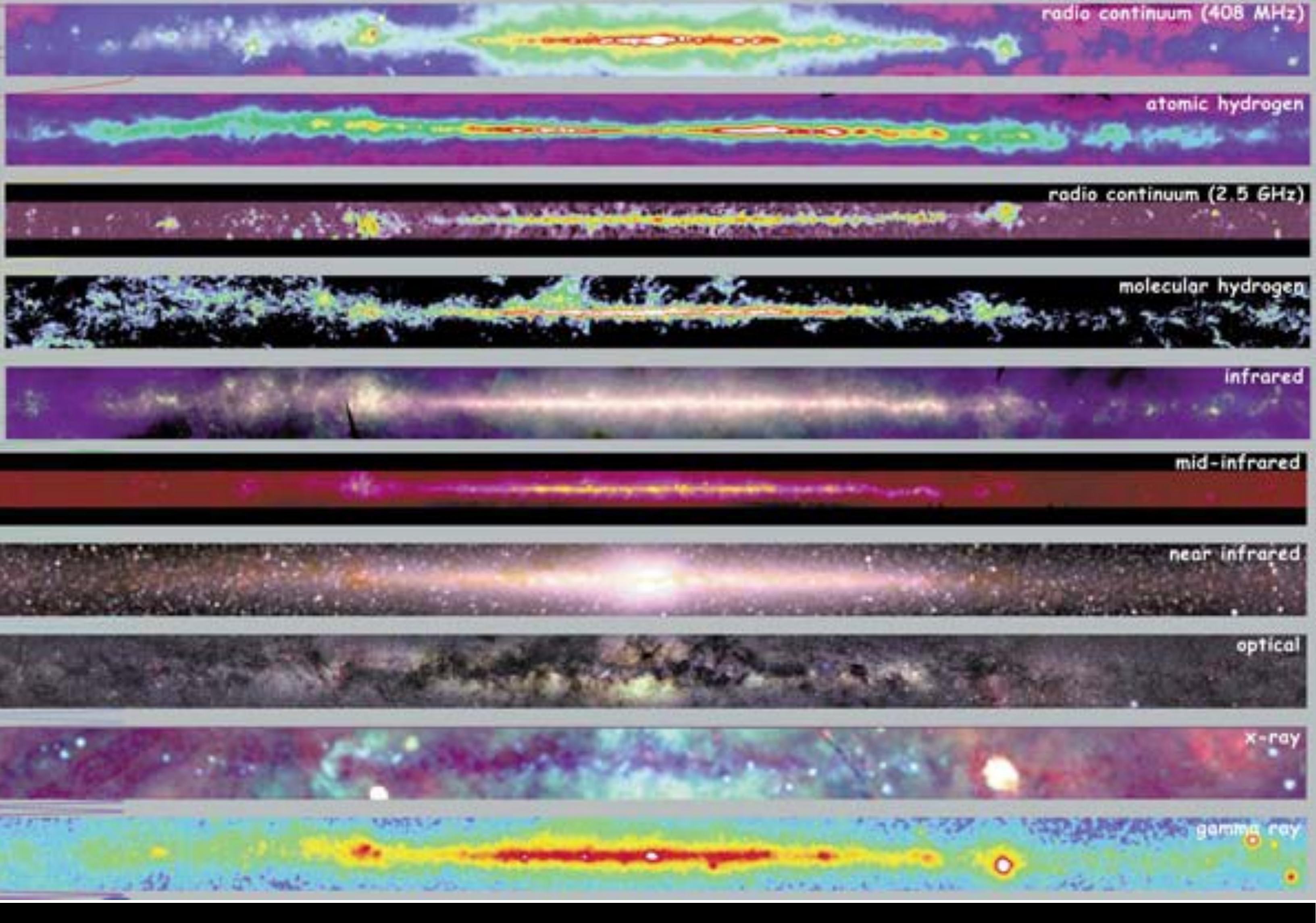
Nosotros únicamente detectamos la luz en el rango visible u óptico, del violeta al rojo, porque las células fotoreceptoras del ojo (conos y bastones) sólo son sensibles a esta radiación. Somos ciegos, por tanto, a la radiación infrarroja, los rayos X, etc.

La luz se comporta como una onda y, como tal, está caracterizada por su longitud de onda λ, que mide la distancia entre dos picos consecutivos de la misma. A cada color le corresponden longitudes de onda diferentes, como se aprecia en la imagen. La luz, además, tiene comportamiento de partícula. Las partículas de luz se llaman fotones y su energía depende de la λ según:

$$\mathbf{E = h\,c\,/\lambda}$$

Donde h es una constante (constante de Planck) y c es la velocidad de la luz.

Esta sencilla fórmula nos dice que cuanto más energética es la radiación menor es su longitud de onda. Por ejemplo, la luz ultravioleta



Imágenes de la Vía Láctea a diferentes longitudes de onda. Dependiendo del rango espectral el aspecto es diferente, pues vemos distintos ingredientes de la Galaxia. Así, la imagen en infrarrojo muestra la distribución del polvo, mientras que en el óptico vemos estrellas y gas ionizado y en rayos X observamos objetos muy energéticos como supernovas y estrellas binarias de rayos X. Según qué fenómenos y objetos queramos investigar, seleccionaremos el rango espectral adecuado para las observaciones. Fuente: NASA.

violeta tiene longitud de onda más corta que la amarilla. Es por tanto más energética y por ello más peligrosa. De ahí que debamos protegernos de sus efectos dañinos para la piel.

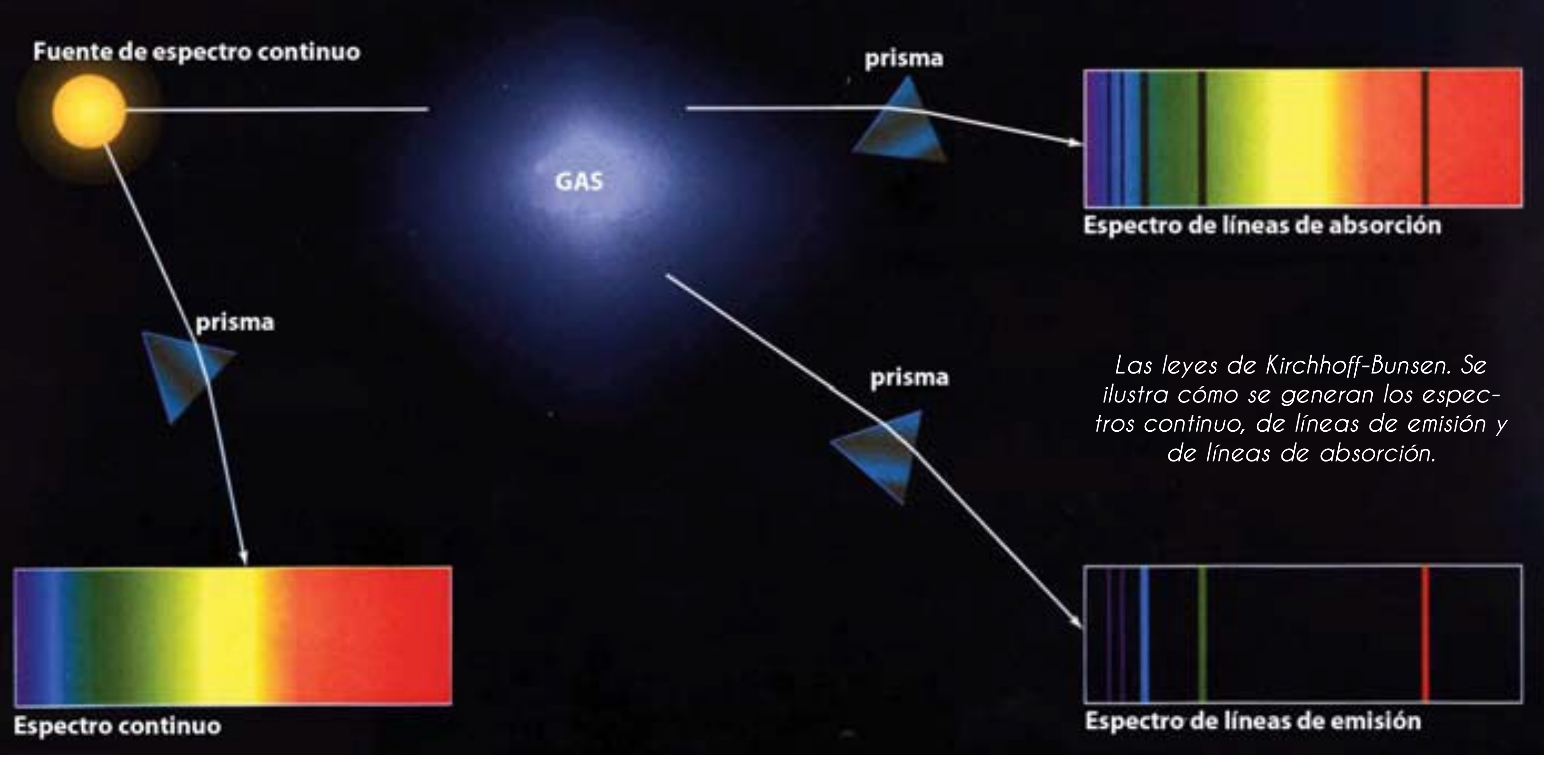
Multitud de procesos astrofísicos dan lugar a la emisión de radiación. El rango espectral en el que esta radiación es más intensa varía de unos escenarios a otros.

Así, debemos decidir qué rango espectral es el más adecuado a la hora de elaborar una estrategia para el estudio observacional de determinados fenómenos y objetos astronómicos.

Por ejemplo, las reacciones nucleares en el interior de estrellas como el Sol producen energía de la que una fracción importante emergerá de la atmósfera estelar en forma de radiación visible; los mecanismos de enfriamiento del polvo en las galaxias generan emisión que domina en el infrarrojo; los estallidos de supernovas producen una intensa emisión en rayos X; el hidrógeno neutro emite en radio, etc.

Todo ello significa que el universo se revela con aspectos muy diferentes dependiendo de la longitud de onda en que lo observemos. Esto queda ilustrado en la imagen superior, donde se muestra un mosaico de imágenes de la Vía Láctea en diferentes rangos espectrales.

ESPECTROS CONTINUOS, DE LÍNEAS DE EMISIÓN Y DE ABSORCIÓN



Las leyes de Kirchhoff-Bunsen. Se ilustra cómo se generan los espectros continuo, de líneas de emisión y de líneas de absorción.

A mediados del siglo XIX, Gustav Kirchhoff (físico) y Robert Bunsen (químico) realizaron experimentos de laboratorio consistentes en analizar el espectro emitido por fuentes y elementos diversos. Sus trabajos dieron lugar a tres leyes fundamentales que, como veremos, nos ayudarán a identificar la naturaleza de los objetos astronómicos a partir de sus espectros.

1) Un objeto sólido incandescente o un gas denso y caliente, sometido a muy alta presión, emite un espectro continuo de luz.

2) Un gas tenue y caliente emite un espectro de líneas brillantes (líneas de emisión).

Es decir, emite luz tan sólo a unas longitudes de onda determinadas. El espectro de líneas de emisión depende de la composición química del gas.

3) El espectro de una fuente de continuo observado a través de un gas más frío muestra líneas oscuras superpuestas (de absorción).

El espectro de absorción es el inverso del espectro de emisión del gas (este emite y absorbe a las mismas longitudes de onda).

LA ESTRUCTURA INTERNA DEL ÁTOMO

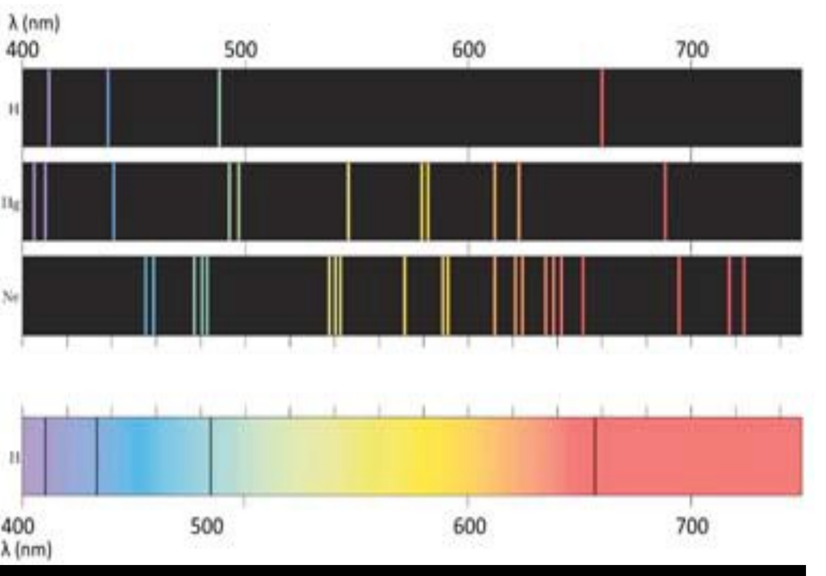
Un cuerpo, por el hecho de tener cierta temperatura, emite un espectro continuo (primera ley de Kirchhoff). Cuanto más caliente está el cuerpo, más energética es la radiación que emite, es decir, menor es su longitud de onda. De ahí que cuando introducimos un pedazo de hierro en un horno veamos cómo se pone incandescente y pasa sucesivamente del rojo al azul y al blanco a medida que aumenta su temperatura. ¿Cómo se producen los espectros de líneas de absorción y de emisión? La respuesta reside en la estructura subatómica de la materia: es la mecánica cuántica en acción.

Los átomos están formados por el núcleo (protones y neutrones) y los electrones que orbitan a su alrededor.

Los electrones no son libres de moverse de cualquier manera, sino que siguen órbitas fijas y a cada una de ellas le corresponde una energía determinada. Un electrón puede saltar entre órbitas absorbiendo o cediendo exactamente la energía correspondiente a la diferencia entre dichas órbitas.

En un gas tenue y caliente, diversos mecanismos (recombinaciones, colisiones con otros electrones libres...) hacen que los electrones ocupen órbitas de mayor energía. Un electrón excitado perderá el exceso de energía saltando a una órbita inferior mediante la emisión de un fotón.

Dicho fotón tiene una energía y por tanto una longitud de onda determinadas. De ahí que un gas tenue y caliente produzca un espectro de líneas de emisión (segunda ley de Kirchhoff-Bunsen). Cada línea es producida por la contribución de los fotones emitidos por los electrones que saltan entre orbitas.



Cada elemento químico (como el hidrógeno, mercurio y neón en la figura) tiene un espectro único. La identificación de las líneas en los espectros de objetos astronómicos nos permitirá determinar su composición química. El patrón de líneas de un gas (véase el hidrógeno, H) es idéntico tanto en emisión (arriba) como en absorción (abajo).

Si colocamos este gas delante de una fuente de radiación de espectro continuo, la multitud de fotones que ilumina el gas es ahora responsable de excitar los electrones a niveles superiores. Son por tanto absorbidos por los átomos e iones del gas, despareciendo de esta manera del espectro continuo y dando lugar a las bandas oscuras (líneas de absorción) que se observan sobre él. Queda así explicada la tercera ley de Kirchhoff-Bunsen.

Cada elemento químico tiene una estructura de órbitas electrónicas única. Por ello su espectro es también único (imagen de la izquierda).

¿CÓMO IDENTIFICAR LA NATURALEZA DE LOS OBJETOS A PARTIR DE SUS ESPECTROS?

Con lo que hemos aprendido hasta ahora, podemos intentar ya identificar la naturaleza de los objetos astronómicos a partir de sus espectros. Veamos cómo:

1) Nebulosas. Como la de Orión, las nebulosas están formadas fundamentalmente por gas ionizado tenue y caliente. Por ello emiten un espectro de líneas de emisión (segunda ley de Kirchhoff-Bunsen).

2) Estrellas. La mayor parte de la radiación que observamos de las estrellas procede de la fotosfera. Las capas más profundas, densas y calientes, emiten un espectro continuo (primera ley de Kirchhoff-Bunsen). Al atravesar las capas más superficiales y frías se producen las líneas de absorción (tercera ley de Kirchhoff-Bunsen), conocidas como líneas de Fraunhoffer en el caso del Sol.

3) Galaxias. Cuando observamos una galaxia nos llega la radiación integrada de muchas estrellas. Por ello, su espectro es continuo con multitud de líneas de absorción superpuestas.



Estrellas de Carbono

IRAS 23166+1655 (HST)

LAS ESTRELLAS DE CARBONO PUEDEN DEFINIRSE COMO ESTRELLAS FRÍAS EVOLUCIONADAS CON CANTIDADES INUSUALES DE MATERIAL, PRINCIPALMENTE CARBONO QUE PUEDE RODEAR LA ESTRELLA EN DIFERENTES FORMAS, COMO NUBES, DISCOS O CAPAS.

GERARDO RAMOS

En cierto sentido, las estrellas de carbono son muy similares a las estrellas gigantes rojas. Es solo una de las etapas finales en la evolución de una estrella en su camino hacia la muerte. Pero lo que hace a una estrella de carbono diferente a una estrella gigante roja o a una estrella regular es que en su atmósfera contiene más carbono que oxígeno.

Estos dos elementos se combinan en las capas más externas de la estrella, formando monóxido de carbono (CO), el cual consume todo el oxígeno en la atmósfera, dejando el carbono libre para formar otros compuestos de carbono, como C3, CN, CH y SiC_2, lo que da a la estrella una atmósfera muy turbia y opaca, de apariencia roja, que es muy característica de este tipo de objetos. El espectro de estas estrellas es muy distintivo y fue reconocido por primera vez por Angelo Secchi en 1860.

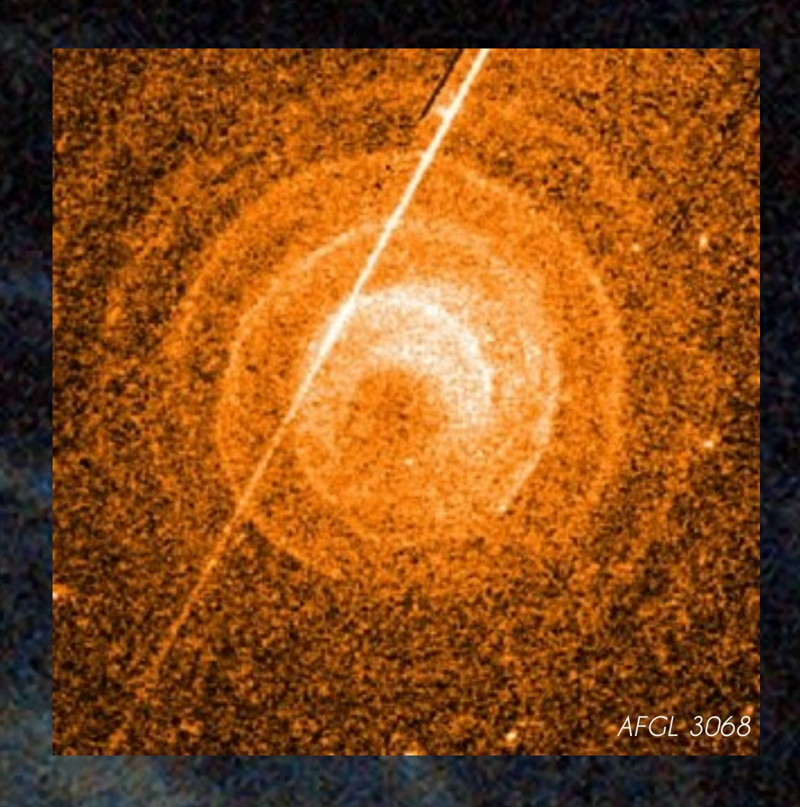
Una estrella típica brilla debido a que se encuentra fusionando elementos en su núcleo, usualmente hidrógeno en helio. Pero para el caso de las estrellas de carbono, se conoce ahora que existen un par de formas en que pueden adquirir grandes cantidades de carbono en su atmósfera. La primera es la teoría clásica, en la que estrellas más masivas que nuestro Sol fusionan helio en sus núcleos cuando alcanzan cierto punto en sus vidas.

El resultado de las reacciones de esta fusión de helio es el carbono. Las corrientes de convección dentro de la estrella llevan el carbono hacia la superficie donde es depositada entonces en la atmósfera de la estrella. La segunda, es a través de un sistema binario. En estos sistemas, una de las estrellas es una gigante roja, mientras que la otra es una estrella enana blanca.

Durante millones de años, una de estas estrellas absorbió el material de la otra y lo fue colectando en su atmósfera mientras permanecían en la secuencia principal. Después de este proceso, se tiene una estrella gigante roja con una cantidad inusual de carbono en su atmósfera.

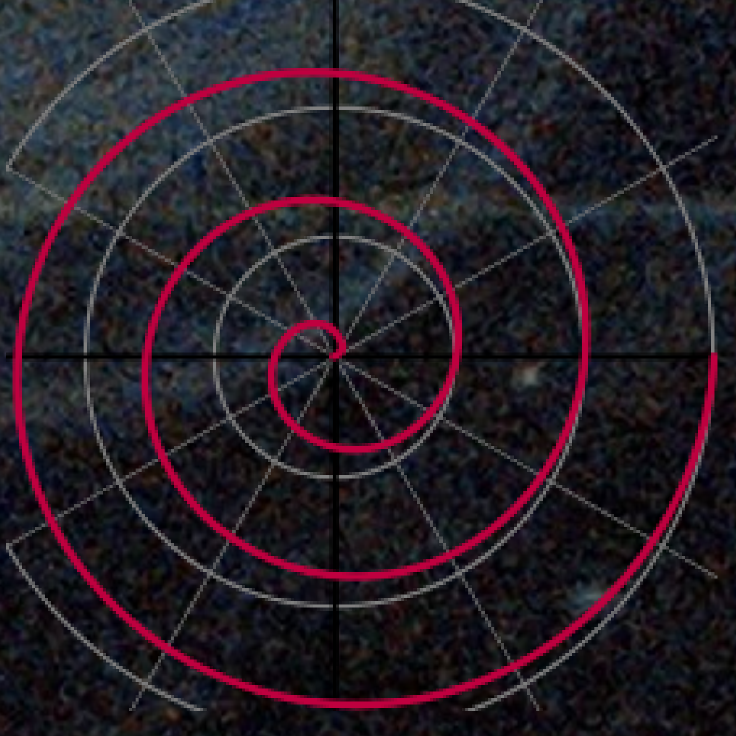
Uno de los ejemplos más interesantes de este tipo de objetos es el descubierto por el satélite infrarrojo IRAS (*InfraRed Astronomical Satellite*) en 1983 llamado IRAS 23166+1655, también conocido como LL Pegasi o AFGL 3068, localizado en la constelación de Pegaso a unos 3,200 años luz. Este objeto es una estrella de carbono extrema; pero lo que más atrae su atención es la forma que presenta.

En imágenes obtenidas por el Telescopio Espacial Hubble (*Hubble Space Telescope)* se observa una débil espiral con perfecta simetría, asemejando una espiral de Arquímedes, que es una curva generada por la combinación de dos movimientos uniformes: uno rectilíneo y otro rotacional, de forma simultánea.


AFGL 3068

Aparentemente, el objeto podría representar una nebulosa pre-planetaria, creada por la pérdida de material de una estrella gigante roja a una tasa de una masa solar cada diez mil años.

Todo este material rodea al objeto y es lo suficientemente grueso como para bloquear el paso de la luz de la estrella. Sin embargo, al ser calentado por la estrella central, permite observar este objeto en el infrarrojo. La brillante estrella que se puede ver en la imagen del HST no tiene relación con el objeto.


ESPIRAL DE ARQUIMEDES

SISTEMA BINARIO AFGL 3068 (Keck II)



NGC 6543

Recientemente, utilizando óptica adaptiva en la cámara infrarroja del telescopio Keck II de 10 metros ha revelado que la estrella de carbono forma parte de un sistema binario. Dado que la estrella está girando con su compañera, se predice que esta acción produce el tipo de espiral que se observa.

Astrónomos han medido la velocidad de su flujo en 14.7 km/s. Esta velocidad, en conjunto con la distancia al objeto arroja una edad de 800 años para el espaciado que existe entre los anillos de la espiral.

Anillos similares, que son espaciados en el tiempo en escala de cientos de años se han encontrado en otras estrellas con grandes pérdidas de masa, como el caso de NGC 6543, también conocida como la nebulosa ojo de gato, localizada en la constelación de el Dragón; lo que sugiere que este efecto puede ser común en estrellas binarias evolucionadas.

La importancia de las estrellas de carbono radica en que pierden una fracción significante de su masa total en la forma de un viento estelar, el cual termina por enriquecer el gas interestelar, siendo la fuente de material para las futuras generaciones de estrellas.



EN BUSCA DE SUPERNOVAS PERDIDAS

Supernova enana cercana a la galaxia NGC 1569.

UNO DE LOS ASPECTOS QUE MÁS HA INTRIGADO A LOS ASTRÓNOMOS EN LAS ÚLTIMAS DÉCADAS ES EL NÚMERO DE EXPLOSIONES DE SUPERNOVAS QUE SE DETECTAN EN LAS GALAXIAS.

ANGEL R. LOPEZ

Este número es siempre menor que la cantidad de explosiones de supernovas que se estima de forma teórica a partir de otros aspectos observacionales de las galaxias.

Una supernova no es otra cosa que la titánica explosión que marca el final de una estrella. Este catastrófico evento desata tal cantidad de energía que en ese momento la supernova es capaz de brillar más que la galaxia que la alberga.

Existen **dos tipos básicos de supernova**: o bien es el fulminante destello que marca la muerte de una estrella masiva (para los astrónomos, una estrella es masiva si tiene más de unas 8 veces la masa del Sol) o es la explosión de una estrella enana blanca que ha "robado" material a una estrella compañera.

Si la estrella progenitora de la supernova es una estrella masiva, se suele clasificar la **explosión de tipo II**, mientras que si el progenitor es una estrella enana blanca se clasifica como **supernova del tipo Ia**. En realidad, y por motivos históricos, existen otras clases de supernovas (Ib, Ic) que ahora se sabe pertenecen a la primera clase (explosión de estrella masiva al final de sus días). Así, actualmente se suele hacer la distinción entre "supernova que proviene de una enana blanca" (supernova tipo Ia) o "supernova que proviene del colapso de una estrella masiva" para designar estos eventos.

Las supernovas Ia pueden ocurrir prácticamente en cualquier galaxia y cualquier momento. ¿Por qué? La explicación viene dada por lo longevas que son las estrellas de baja masa, como el Sol, que viven incluso más de 10 000 millones de años. La estrella del Sistema Solar nació hace unos 4700 millones de años y tiene combustible para mantener su actividad actual, en la que consume hidrógeno para formar helio, durante los próximos 3500 – 4000 millones de años. Después, el Sol se hinchará para aumentar la temperatura de su horno estelar, devorará a los planetas más cercanos (depende del astrofísico al que preguntes, te dirá que la Tierra entra o no dentro de los planetas engullidos) y se convertirá en una estrella gigante roja.



Imagen multi-frecuencia del resto de supernova conocido como Cassiopeia A, que es lo que queda de una estrella que explotó en nuestra Galaxia en 1680. Los colores azules y verdes provienen de datos en rayos X obtenidos con el satélite Chandra (NASA) y muestra gas muy caliente, a unos 10 millones de grados centígrados. El color amarillo (datos del Telescopio Espacial Hubble, NASA, a 0.9 micras) corresponde a emisión de gas excitado por la onda de choque de la supernova, este gas está a unos 10 000 grados centígrados y emite en colores del rango óptico, de ahí que pueda observarse con HST. Finalmente en rojo se muestra la emisión del polvo templado, a sólo 10 grados Celsius.

Unos 1000 millones de años después habrá perdido completamente las capas exteriores de su atmósfera, quedando sólo el núcleo desnudo y muy caliente de la estrella muerta, donde la materia se apelmaza de forma especial y la gravedad es soportada por la presión de degeneración electrónica, algo que explica de forma natural la Mecánica Cuántica.

Una enana blanca puede existir durante decenas de miles de millones de años, enfriándose poco a poco. Muchas estrellas enanas blancas poseen estrellas compañeras, formando un sistema binario.

Cuando la estrella compañera, por lo general menos masiva que la progenitora de la enana blanca, comienza a inflarse como gigante roja, parte de su material es "robado" por la propia enana blanca. Si se alcanza un límite muy preciso de masa, el material robado se fusiona de forma incontrolada y **hace reventar la enana blanca.** Dadas las largas escalas de tiempo que se manejan aquí esto puede ocurrir dentro de una galaxia siempre y cuando existan enanas blancas con estrellas compañeras.

Sin embargo, las **supernovas que provienen del colapso de una estrella masiva** sólo pueden ocurrir en unos momentos muy concretos: pocos millones de años después de un evento de formación estelar. Recordemos que las estrellas consumen su material fusionable de una forma muy curiosa: conforme más masiva es una estrella, más rápido quema su gas.

Una estrella con la masa del Sol necesita unos 10 000 millones de años para agotar su hidrógeno combustible, pero una estrella de 10 veces la masa del sol lo hace en poco más de 10 millones de años. Por otro lado, estrellas que sólo son la mitad de masivas que el Sol pueden durar decenas de miles de millones de años de forma estable. Como sólo las estrellas masivas explotan como supernova tipo II, una vez que dentro de una galaxia se ha formado un grupo nuevo de estrellas éstas serán las primeras en morir.

Pasados escasos 25 – 30 millones de años tras el brote de formación estelar, todas las estrellas masivas habrán ya muerto en violentas explosiones de supernova.

Por eso siempre ha intrigado a los astrónomos que dentro de las galaxias, al **examinar el ritmo con el que se crean estrellas** y estimar así el número de supernovas que deberían detectarse en ellas, siempre ocurre que este número teórico es mayor que el número real de explosiones de supernovas tipo II que se observan.

Interacting galaxy pair Arp 299 with a rich supernova population

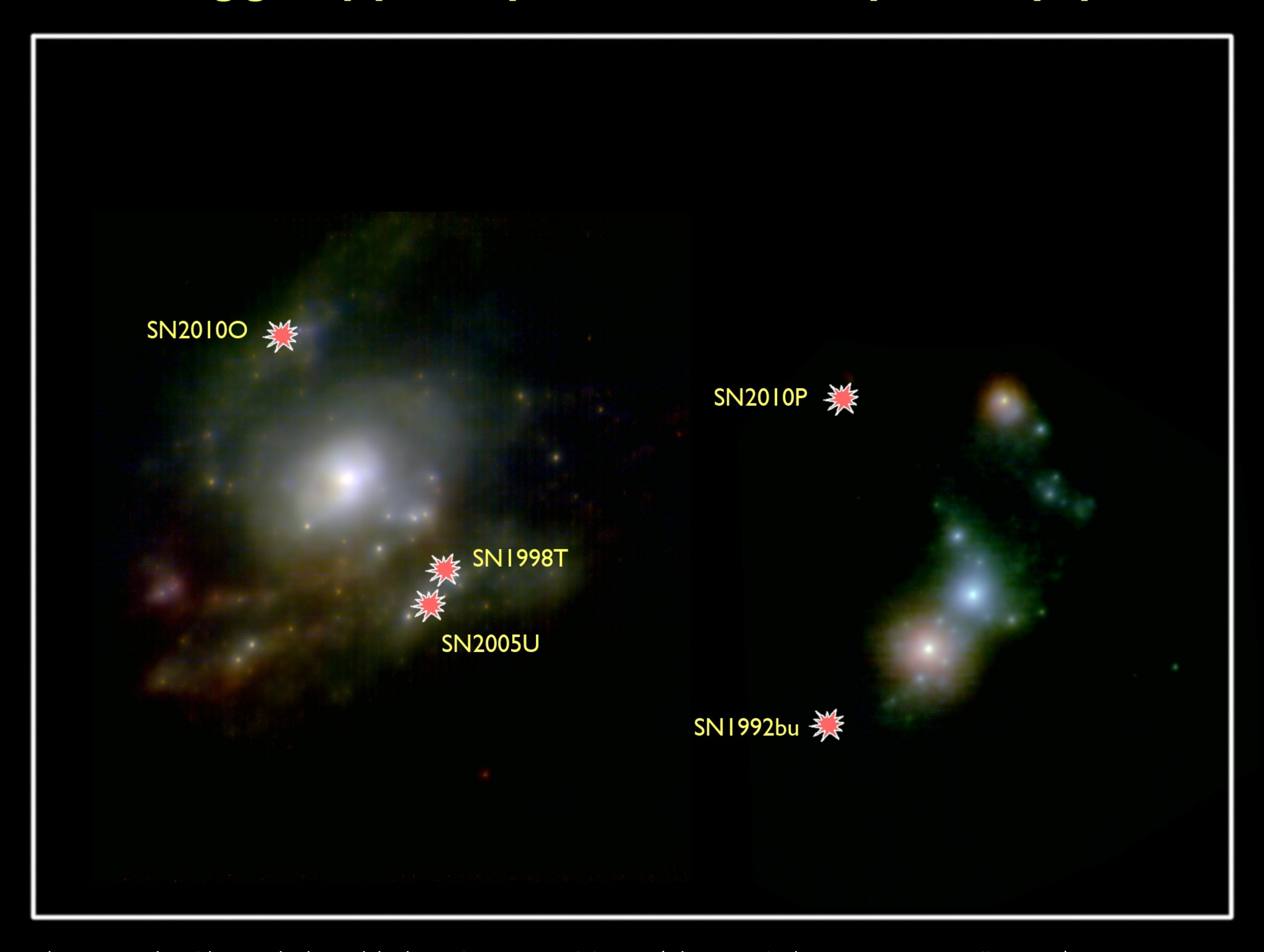


Imagen de Arp 299 obtenida usando datos del telescopio 8.2m Gemini Norte (Observatorio de Mauna Kea, Hawaii, EE.UU.). En concreto, se usaron la cámara infrarroja NIRI y el sistema de óptica adaptativa ALTAIR. Los colores se obtuvieron combinando datos en los filtros anchos J (en azul, alrededor de 1.2 micras), H (en verde, 1.8 micras) y K (en rojo, 2.2 micras). Arp 299 consta de dos objetos en clara interacción gravitatoria, que ha desatado un intenso brote de formación estelar en todo el sistema. Se señala la localización de 5 supernovas recientes, algunas se localizan en las regiones céntricas de la galaxia principal, pero otras aparecen entre las galaxias. Recientemente se han detectado otras dos supernovas que no aparecen dentro del campo de visión de la imagen.

¿Hay problemas con la teoría? ¿O hay algún sesgo observacional que nos impide detectar algunas supernovas? Puede que éste sea el caso, dado que la mayoría de las búsquedas de supernovas se realizan en la banda óptica del espectro (los colores que nosotros vemos), donde la absorción de la luz por polvo interestelar es muy importante. Si una supernova explota dentro de una nube densa de gas y polvo, quizá la luz en colores ópticos es absorbida de tal manera que no somos capaces de detectarla.

Precisamente, las regiones más densas de las galaxias con formación estelar, las zonas donde esperaríamos que explotasen las supernovas de tipo II, tienen gran cantidad de polvo y gas, por lo que el efecto de la extinción de la luz no es nada despreciable.

Así, lo mejor sería realizar observaciones en otras bandas del espectro electromagnético: la extinción por polvo baja drásticamente en colores del infrarrojo, y es completamente despreciable en frecuencias de radio. En efecto, en 2008, y gracias a observaciones radio realizadas por el radio-interferómetro VLA ("Very Large Array", Nuevo México, EE.UU.) un grupo de astrofísicos detectó el **resto de una supernova que explotó hace unos 140 años** cerca del centro de la Vía Láctea.

Dada la enorme extinción por la gran cantidad de gas y polvo en esas regiones, la explosión fue imposible de observar en el rango óptico. ¿Es ésta la razón por la que los astrofísicos no detectan todas las supernovas? Un nuevo estudio, liderado por el astrofísico Seppo Mattila (Universidad de Turku, Finlandia) y en el que participan astrofísicos del Australian Astronomical Observatory y del Instituto de Astrofísica de Andalucía, ha intentado confirmar que el efecto de la extinción interestelar es el origen de la discrepancia entre supernovas observadas y predichas en galaxias.

Para ello, el grupo de astrofísicos ha recopilado observaciones de supernovas recientes en dos clases de galaxias: galaxias parecidas a la Vía Láctea (aunque con alta cantidad de polvo) y galaxias que son especialmente luminosas en infrarrojo (IR). Esta segunda clase de objetos se denominan LIRGs ("Luminous IR Galaxies") o ULIRGs ("Ultra Luminous IR galaxies). Además de recopilar la información de estudios previos, Seppo Mattila y colaboradores realizaron observaciones detalladas de las galaxias estudiadas usando el Telescopio Óptico Nórdico (2.6m NOT), el Telescopio William Herschel (4.2m WHT), ambos en el Observatorio del Roque de los Muchachos (La Palma, España) y el telescopio Gemini Norte, de 8.2m de tamaño, en el Observatorio de Mauna Kea (Hawaii, EE.UU.).

La mayoría de estas observaciones se realizaron usando instrumentación que detecta la luz del infrarrojo cercano (NIR, "near-infrared" en inglés), con la que se puede ver mucho más profundo dentro de las galaxias (la extinción por polvo en NIR es entre el 10 y el 5% de la extinción por polvo en el rango óptico).Uno de los objetos estudiados es el peculiar sistema Arp 299, que está compuesto por dos galaxias independientes en fuerte interacción. Arp 299, clasificado como LIRG, se localiza a unos 150 millones de años luz de nosotros, siendo una de las galaxias más cercanas de la muestra estudiada.

El análisis de los datos no sólo permitió confirmar una supernova reciente (SN 2010P) sino descubrir otra (SN 2010O). En la imagen, obtenida combinando datos del instrumento NIRI en el Telescopio 8.2m Gemini Norte usando óptica adaptativa con el instrumento ALTAIR, aparecen localizadas 5 supernovas recientes en Arp 299.

Otras dos supernovas observadas en este objeto están fuera del campo de visión de esta imagen. En el Universo cercano, la mayoría de los fenómenos de formación estelar sucede en galaxias "normales" como la Vía Láctea. Sin embargo, a desplazamientos al rojo altos (objetos que emitieron su luz hace entre 7 y 10 mil millones de años), la formación estelar sucede esencialmente en galaxias clasificadas como LIRGs o ULIRGs.

El equipo de astrónomos estimó el número de supernovas que debería tener tanto galaxias normales como galaxias tipo Arp 299 usando sus luminosidades en infrarrojo y en radio. Posteriormente, compararon este número con las supernovas detectadas.

Sus resultados, a pesar de tener incertidumbres estadísticas algo elevadas al no tener una muestra grande de objetos, indican claramente que las búsquedas de supernovas en colores ópticos pierden alrededor del 20% en galaxias normales y hasta el 80% en galaxias como Arp 299, esto es, galaxias del tipo LIRGs o ULIRGs.

Dicho de otra forma, no vemos 1 de cada 5 supernovas en galaxias como la Vía Láctea y nos perdemos 4 de cada 5 supernovas en galaxias como Arp 299 porque suceden dentro de zonas muy oscurecidas por polvo y gas dentro de galaxias del Universo Local.

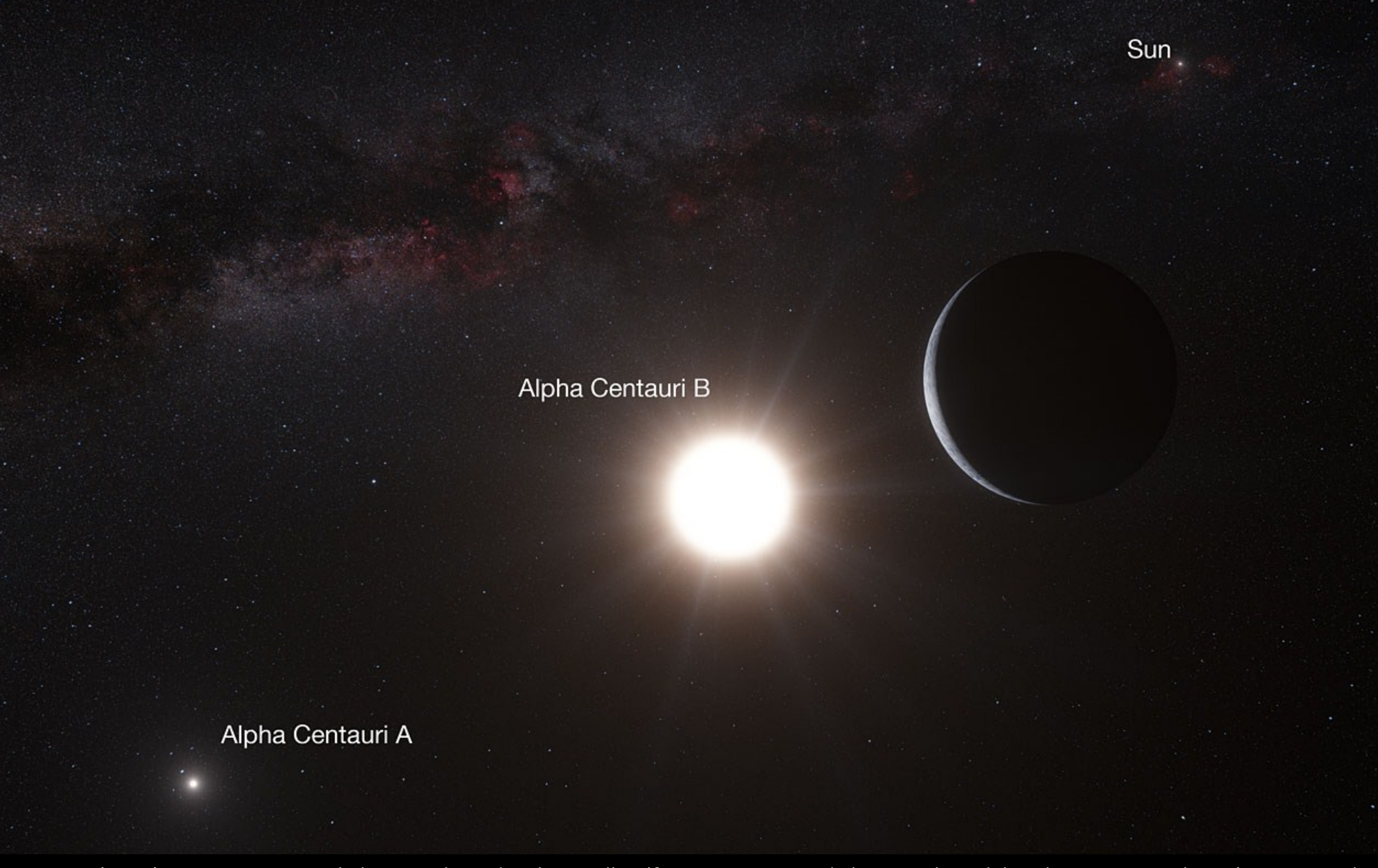
Extrapolando a galaxias más lejanas, a partir de 7 miles de millones de años, y corrigiendo por el tipo de galaxia, Seppo Mattila y colaboradores estiman que al menos el 40% (2 de cada 5) de las supernovas no se detectan en las búsquedas ópticas.



Un planeta alrededor de Alfa Centauri B

XAVIER DUMUSQUE

Desde hace tiempo sabemos que son 3 estrellas: Alfa Centauro A y B (una clara y bonita estrella doble que se puede resolver con instrumentos de astrónomo aficionado) y la estrella enana roja Próxima del Centauro (que es en realidad la estrella más cercana al Sol ahora mismo, al encontrarse unos 0.2 años luz más cerca que las otras dos). Alfa Centauro A y B giran conjuntamente alrededor del centro de masas común del sistema (precioso problema de Física elemental), tardando casi 80 años en completar una órbita. Alfa Centauri A es algo más grande que el Sol, mientras que Alfa Centauri B es algo más pequeña que nuestra estrella. Próxima del Centauro es una de esas estrellas de muy baja masa, alrededor del 10% de la masa del Sol, y que por lo tanto vivirá mucho, mucho tiempo.



Impresión artística que muestra al planeta orbitando a la estrella Alfa Centauri B, uno de los miembros del triple sistema estelar más cercano a la Tierra. Alfa Centauri B es el objeto más brillante en la imagen, aunque también se representa Alfa Centauri A (abajo izquierda) y al propio Sol (arriba izquierda). La señal de este exoplaneta, con masa similar a la Tierra, se encontró con el espectrógrafo HARPS, instalado en el telescopio de 3.6 metros, en el Observatorio La Silla de ESO, en Chile.

¿Cuáles son las características de este planeta?

Los astrofísicos que han realizado el descubrimiento, liderados por el joven astrónomo Xavier Dumusque (Observatorio de Ginebra, Suiza; Centro de Astrofísica de la Universidad de Oporto, Portugal), han usando datos recopilados durante cuatro años con el instrumento HARPS (*High Accuracy Radial velocity Planet Searcher*) acoplado al telescopio 3.6m ESO en el Observatorio de la Silla (Chile), para medir con una resolución inferior a 1 km/h el desplazamiento radial de la estrella Alfa Centauri B. El método de la búsqueda de exoplanetas usando el minúsculo desplazamiento Doppler de las líneas espectrales de la estrella. Los datos conseguidos por HARPS confirmaron que el movimiento de esta estrella se ve afectado, en una cantidad de unos 1.8 km/h (51 cm por segundo), por un objeto invisible, un planeta, que se ha bautizado como Alfa Centauro B b. La frecuencia de esos "tirones gravitatorios" informa de que el planeta orbita a la estrella en sólo 3.2 días, esto es, se encuentra a unos 6 millones de kilómetros de la estrella. Con estos datos se ha podido estimar también que la masa de Alfa Centauro B b es de alrededor de la masa de la Tierra, posiblemente algo mayor, pero que al estar tan cerca de la estrella (¡mucho más cerca de lo que está Mercurio del Sol!) debe ser un objeto completamente achicharrado y yermo, sin posibilidad de vida en su superficie. Las primeras estimaciones de temperatura sugieren que la superficie estaría a unos 1200 grados centígrados.

Pero, ¿y si hay más planetas en el sistema y uno de ellos está en unas condiciones favorables para albergar vida? La búsqueda de exoplanetas no ha hecho más que empezar, y crece casi de forma exponencial. A fecha de hoy son 847 exoplanetas (creo sin contar Alfa Centauro B b aún), el primero se descubrió en 1995 alrededor de la estrella 51 Pegasi.



ENERO

2013:01:03 03:16 La Tierra en el perihelio (0.983 UA).
2013:01:04 22:00 Cuarto menguante.
2013:01:06 17:11 La Luna en conjunción con Saturno , 3.67° S de Saturno.
2013:01:10 03:47 La Luna en el perigeo (360067 km).
2013:01:10 05:32 La Luna en conjunción con Venus , 2.78° N de Venus.
2013:01:11 06:26 La Luna en conjunción con Mercurio, 5.76° N de Mercurio.
2013:01:11 13:44 Luna nueva.
2013:01:13 02:38 La Luna en conjunción con Marte , 6.12° N de Marte.
2013:01:18 02:38 Mercurio en conjunción superior.
2013:01:18 17:47 Cuarto creciente.
2013:01:21 21:14 La Luna en conjunción con Júpiter , 0.49° S de Júpiter.
2013:01:22 05:02 La Luna en el apogeo (405295 km).
2013:01:26 22:41 Luna llena.
2013:01:30 16:24 Saturno en cuadratura.



FEBRERO

2013:02:03 01:45 La Luna en conjunción con Saturno , 3.41° S de Saturno.
2013:02:03 07:59 Cuarto menguante.
2013:02:04 14:59 Marte en conjunción con Neptuno , 0.41° S de Neptuno.
2013:02:06 16:54 Mercurio en conjunción con Neptuno , 0.41° S de Neptuno.
2013:02:07 06:00 La Luna en el perigeo (365283 km).
2013:02:08 11:44 Mercurio en conjunción con Marte , 0.26° N de Marte.
2013:02:09 04:26 La Luna en conjunción con Venus , 5.77° N de Venus.
2013:02:10 01:22 Luna nueva.
2013:02:11 03:58 La Luna en conjunción con Marte , 5.78° N de Marte.
2013:02:11 08:03 La Luna en conjunción con Mercurio, 4.92° N de Mercurio.
2013:02:16 15:07 Mercurio máxima elongación al este (18.13°).
2013:02:17 14:33 Cuarto creciente.
2013:02:18 05:57 La Luna en conjunción con Júpiter , 0.90° S de Júpiter.
2013:02:19 00:42 La Luna en el apogeo (404444 km).
2013:02:21 01:20 Neptuno en conjunción.
2013:02:25 14:28 Luna llena.
2013:02:25 16:22 Júpiter en cuadratura.
2013:02:26 03:04 Mercurio en conjunción con Marte , 4.15° N de Marte.
2013:02:28 07:32 Venus en conjunción con Neptuno , 0.72° S de Neptuno.

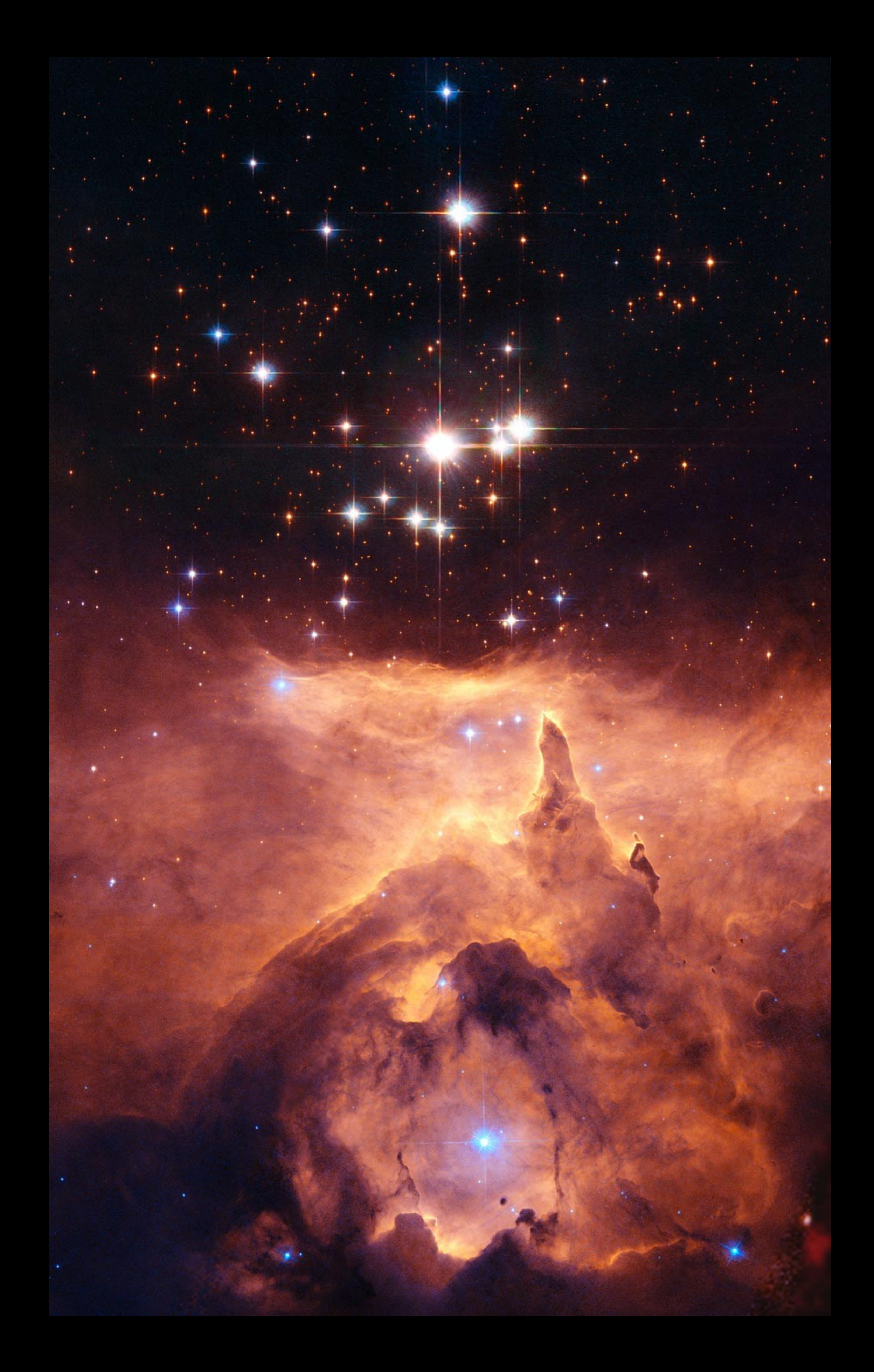


MARZO

2013:03:02 07:15	La Luna en conjunción con Saturno , 3.25° S de Saturno.
2013:03:04 06:54	Mercurio en conjunción inferior.
2013:03:04 15:55	Cuarto menguante.
2013:03:05 19:35	La Luna en el perigeo (370068 km).
2013:03:06 22:49	Mercurio en conjunción con Venus , 4.84° N de Venus.
2013:03:10 14:35	La Luna en conjunción con Mercurio, 1.98° N de Mercurio.
2013:03:11 05:37	La Luna en conjunción con Venus , 5.90° N de Venus.
2013:03:11 13:54	Luna nueva.
2013:03:12 05:39	La Luna en conjunción con Marte , 4.53° N de Marte.
2013:03:17 19:50	La Luna en conjunción con Júpiter , 1.48° S de Júpiter.
2013:03:18 21:12	La Luna en el apogeo (404213 km).
2013:03:19 11:29	Cuarto creciente.
2013:03:20 04:56	Equinoccio de Primavera.
2013:03:22 12:41	Marte en conjunción con Urano , 0.01° N de Urano.
2013:03:27 03:30	Luna llena.
2013:03:28 10:49	Venus en conjunción superior.
2013:03:28 17:11	Venus en conjunción con Urano , 0.66° S de Urano.
2013:03:28 18:55	Urano en conjunción.
2013:03:29 12:12	La Luna en conjunción con Saturno , 3.27° S de Saturno.
2013:03:30 21:39	La Luna en el perigeo (367560 km).
2013:03:31 15:57	Mercurio máxima elongación al oeste (27.83°).



NGC 7293: The Helix Nebula



NGC 6357: Cathedral to Massive Stars

Image Credit: NASA, ESA and Jesús Maíz Apellániz (IAA, Spain)



Orión

Créditos: Stephane Guisard. D. Flores y B. Pichardo (Inst. Astronomía UNAM),P. Sánchez y R. Nafate (INAH) .